

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-34330

(43)公開日 平成11年(1999) 2月9日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

2/055

1 0 2 Z

2/175

1 0 3 Z

2/015

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平9-209828

(22)出願日

平成9年(1997) 7月19日

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 浅井 市郎

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 諏訪部 恭史

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

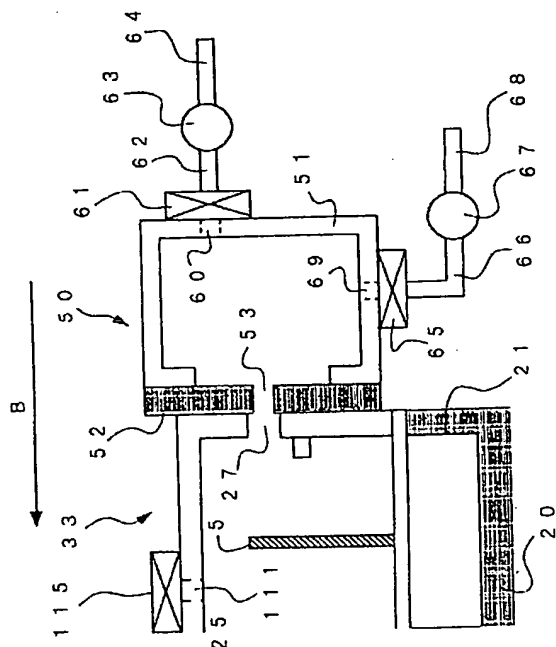
(74)代理人 弁理士 森岡 正樹

(54)【発明の名称】 インクジェット記録装置

(57)【要約】

【課題】 ノズルを用いずに小径インクドロップを吐出でき、発熱などが生じにくく、高解像度化に対応した微小ドロップを吐出でき、弾性部材の先端近傍に付着した固化物等を除去することができるインクジェット記録ヘッドを提供すること。

【解決手段】 画素信号に対応して振動する振動発生手段と振動発生手段の励振に応じて振動する弾性部材5とを有し、印字の際に弾性部材5の振動によりインクの表面にキャピラリ波を発生させ、インクを飛翔させて記録媒体に付着させて印字を行う印字ヘッド33と、非印字時に弾性部材5を洗浄するために印字ヘッド33のインク吐出方向に配置される洗浄手段50とを備えるように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】画素信号に対応して振動する振動発生手段と、前記振動発生手段の励振に応じて曲げ振動する弾性部材とを有し、印字の際に前記弾性部材の振動によりインクの表面にキャピラリ波を発生させ、前記インクを飛翔させて記録媒体に付着させて印字を行う印字ヘッドと、

非印字時に前記弾性部材を洗浄する洗浄手段とを備えたことを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 2】請求項 1 記載のインクジェット記録装置において、

前記弾性部材は、片持ち梁構造を有し、洗浄時には前記先端部は前記インク中に埋没させられることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 3】請求項 1 または 2 に記載のインクジェット記録装置において、

前記洗浄手段は、前記非印字時に前記振動発生手段を励振させ、前記弾性部材を所定の振動数で振動させて前記弾性部材の洗浄を行うことを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 4】請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のインクジェット記録装置において、

前記洗浄手段は、前記印字ヘッドの前記インクの吐出面を遮蔽する遮蔽機構を有することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 5】請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のインクジェット記録装置において、

前記洗浄手段は、前記印字ヘッドのインク室に洗浄液を導入する導入機構を備えていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 6】請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のインクジェット記録装置において、

前記洗浄手段は、前記印字ヘッドのインク室内の液体を排出する排出機構を備えていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 7】請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のインクジェット記録装置において、

前記振動発生手段は、印字時に前記弾性部材の実効共振周波数のいずれかの周波数で励振することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 8】請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のインクジェット記録装置において、

前記洗浄手段は、洗浄時において、前記印字時に前記振動発生手段を励振させる前記周波数とほぼ同一もしくはその整数倍の周波数で前記振動発生手段を励振させることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 9】請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のインクジェット記録装置において、

前記洗浄手段は、洗浄時において、前記印字時に前記振動発生手段を励振させる電圧より高い電圧で前記振動発

生手段を励振させることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 10】請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のインクジェット記録装置において、

前記洗浄手段は、前記印字ヘッドの印字領域外に設けた洗浄部を有していることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はインク飛翔滴を被印字面に吐出させて印字を行うインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ノズルからインク滴を吐出させて印字を行なうインクジェット記録方式が知られており、吐出するインクのドロップ径は主にノズル径によって決まる。ノズルを用いるインクジェット記録方式において、従来の解像度は 300 ドット/インチ程度であったが、昨今その解像度が 600 乃至 720 ドット/インチと高解像度化されてきた。それに伴い、高解像度化による効果を有効に発揮するためには解像度に応じて印字するドット径を小さくする必要が生じている。従来の方式において、ドット径を小さくする手段としては、ノズル径を小さくし吐出ドロップ径を小さくする方法があるが、ノズル径を小さくするとゴミによるノズル詰まりや、ノズル内のインク表面の乾燥による同じくノズル詰まりや、ノズル円周部へのインク残滓の付着によるインク吐出方向の変化が発生しやすくなり、記録紙上の画質に欠陥が発生する。このため、本来の解像度に対応したドット径を印字するために必要なノズル径を採用できないという問題があった。

【0003】一方、ノズルに起因する問題を解決する方法として、ノズルレスのインクジェット記録方法が提案されている。ノズルレスのインクジェット記録方式は振動や音響波などを用いており、吐出ドロップ径がノズル径によって支配されないという利点がある。

【0004】ノズルを用いない第 1 の従来技術の一例としては、例えば米国特許 4308547 号に開示される。これは、凹状にカーブした球面形状の圧電体シェルのインク中に配置し、この圧電体シェルの電極を通して電圧を印加するものである。この圧電体シェルからインク中に放射された縦波はインク自由表面の一点に集められ、インク自由表面からドロップが吐出される。さらに、この種の従来技術の生産性や構造の精密さを向上できるものとして特公平 6-45233 号公報や特開平 3-200199 号公報に開示された技術が知られている。このような従来技術においては、振動子で発生した振動を音響レンズでインク自由表面の一点に集束しドロップを吐出させている。しかし、小さなドロップを吐出させるためには 100 MHz 前後の高周波数で駆動する

3

ため、駆動手段が一般に高価になるというコスト上の問題がある。また、発熱によりインク粘度が上昇しドロップ径が変動したり、印字ヘッド内でインク自体の乾燥・固化が起こり吐出できなくなるという重大な問題が生じやすい。これは、インク中を伝搬する縦波は高周波数で駆動するほどインク中で減衰しやすく、インク中に吸収されるエネルギー量が増大する結果、発熱量も増加してゆくからである。従って、この問題を解決するためにヘッドに冷却機構を設けるなどの方法もあるが、印字ヘッドのコストやサイズが大きくなり問題である。

【0005】さらに第2のノズルを用いないインクジェット記録技術としては、振動子で発生した振動を音響ホーンでインク自由表面の一点に集束しドロップを吐出させる方式がある。米国特許4308547号では、凹状レンズのかわりに振動子の上に形成された音響ホーンにより振動を集束し、音響ホーン先端に接触したベルト上を搬送されてくるインク薄膜にこの振動が作用しインクドロップを吐出させるものが開示される。また、特開平4-168050号公報では、集音体を圧電体上に設けた構成が提案されている。集音体は、圧電体およびこれに電圧を印加するための電極からなる振動子の上に形成され、インクを保持したインクリザーバー中に配置されている。集音体は先細りの形状で、集音体の底部から入射した歪みが集音体内部を伝搬するに伴って集音体の振幅が増幅される。そして、集音体で集められた大振幅の波がインクをたたくことで生じた縦波がインク自由表面を押し上げインクドロップを吐出させる。

【0006】音響学の分野においては一般に、共振により集音体（もしくは音響ホーン）の先端を大振幅に振動させて吐出力を得ようとした場合、集音体中を振動波が伝搬するためには、集音体の垂直断面方向の長さ（高さ）は振動波の波長の $1/2$ 波長の整数倍の大きさを持つものでなければならないことが知られている。従って、集音体の大きさを小さくし高密度なインクジェットヘッドを作製するためには、振動波の波長も小さく、つまり振動子を振動させる駆動周波数を大きくしなければならない。従って、このような従来技術においては、インク中のエネルギー減衰を抑えかつ比較的安価な駆動回路ですむように低周波数で駆動させようすると集音体が著しく大きくなるため、高密度な印字ヘッドを作製できないという問題があった。従って、現実的な密度の印字ヘッドを作製するためには、先の第1の従来技術同様に数10Mから数100MHzという高い周波数で駆動させる必要があった。また、音響ホーンに接触したベルトでインク薄膜を安定に搬送することは実際上は困難であり、吐出ドロップ径がばらつきやすく問題であった。

【0007】さらに第3のノズルを用いないインクジェット記録技術としては、吐出力として静電力を用いるいわゆる静電吸引方式がある。静電吸引方式には、そのインクメニスカスを形成するために、振動を用いるものが

4

知られている。例えば、特開昭62-222853号公報では、記録針をインク表面から突出させ、これに軸方向に伝搬する超音波エネルギーを与えるという技術が開示される。ここでは、超音波流動(acoustic streaming)現象により、記録針に接するインクは記録針の先端方向に移動し、記録針の先端に凸状のインク隆起(インクメニスカス)を形成する。そこで、記録針と背面電極との間に静電界を印加し、インクを引きちぎり、記録針と背面電極との間に配置された記録媒体上にインク滴を着弾させる。これは、記録針の先端にインクメニスカスを形成するため、従来の静電吸引方式に比べ、より小さいインクドロップを形成できている。また、特開昭56-28867号公報でも、針電極と背面電極との間に静電界を印加しておき、針電極に画像信号を印加すると同時に、針電極を振動させる静電吸引方式が提案されている。このようにすると、インクジェットの粒子化が安定にできる。しかし、静電吸引方式では、湿度などによる記録媒体の誘電体厚みの変動や記録媒体の表面粗さのばらつきなどによって、形成されるドロップ径が変動しやすい。さらに、このような構成では、静電界のみならず、超音波も生成する必要があるので装置が大きいかつ高価になりやすいという欠点があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ノズルを用いずに小径インクドロップを吐出でき、かつ、発熱などが生じにくくコストも安価な低周波数駆動でエネルギー効率の良いインクジェット記録装置を提供することを目的とする。また、本発明は、高解像度化に対応した微小ドロップを吐出でき、インク詰まりやドロップ径の変動などといったインク吐出の不安定さが無い高信頼で高画質な印字が可能である新規なインクジェット記録装置を提供することを目的とする。さらに、本発明は弾性部材の先端近傍に付着した固化物あるいはその粘度が上昇したインク物を除去するための洗浄手段を有するインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明はキャピラリ波によるドロップ吐出現象を用いている。ここでキャピラリ波と、本発明の基本原理解を図9乃至図11を用いて説明する。

【0010】図9を用いて、キャピラリ波による液滴形成の原理について説明する。キャピラリ波による液滴形成は、例えば山海堂発行「超音波噴霧」168頁(1990)に述べられているように、超音波噴霧などの発生機構として知られている。図9に示すように、キャピラリ(毛細表面)波は振動面上の薄い液膜に見られる現象であり、液体6の表面張力を復元力とする振動体9上の薄液層の表面波である。振動体9の振動振幅が十分にあれば、徐々に波頭が成長してゆき波頭から液滴が引きち

5

ぎれる形態をとる。波頭と波頭の間隔はキャピラリ波の波長 λ であり次のように求まる。

$$【0011】 \lambda = (8\pi\sigma / \rho f_e^2)^{1/3}$$

【0012】ここで σ 、 ρ は液体の表面張力、および密度であり、 f_e は励振（駆動）周波数である。励振周波数 f_e が高いほど、波長 λ は小さく、いわゆるキャピラリ波は細くなり、その波頭から分裂する液滴径も小さくなる傾向がある。キャピラリ波の作用により飛翔する液滴はその波長以下の微小滴とすることができる。数kHzから数MHzと比較的駆動周波数が低くても小さなドロップを吐出できるため従来から印字ヘッドへの適用が検討されてきた。しかし、複数滴が発生しやすい、各滴の直径がばらつくなどの理由から単一滴による印字は実現されておらず、このため複数滴発生を前提として、上部に配したノズル孔で印字ドット径を制御する方式がとられていた。なお、ノズル孔に起因する問題のみならず、複数滴を発生させるため印字ドット径が広がり（大きくなり）やすく、またドット周辺にも飛沫が飛び画像を劣化させやすかった。

【0013】図10、図11は本発明のドロップ吐出機構の概要について説明するものである。図10は吐出ヘッドの断面図であり、図11はその正面図である。なお、図11では吐出ドロップは図示しない。

【0014】振動を発生する機構（振動子）9としては電歪素子、磁歪素子、機械式アクチュエータなどが適用可能である。図10では、基板1上に圧電セラミック薄膜2、およびこれを駆動するための電極3、4を形成し振動子9として用いる。振動子9の上に、金属薄膜などからなる弾性部材5を形成する。

【0015】振動子9は、基板1の剛性や圧電セラミック薄膜2の厚さなどから決まる固有の共振周波数 f_0 を持つため、外部駆動手段120から振動子9に f_0 と同じもしくはその整数倍の周波数 f で電圧を印加して励振する（以下、外部駆動手段は図示しない）。この時、振動子9に接続された弾性部材の共振周波数 f_1 が f_0 と同じになるように弾性部材5の大きさや剛性、インク6の高さや量などを調整しておく、と、振動子9の振動に共振し、片持ち梁構造の弾性部材5を曲げ振動させることができる。ここでは、弾性部材5は、振動子9の主たる振動方向（ $a-a'$ ）と略垂直方向（ $b-b'$ ）に曲げ振動させた。片持ち梁構造の弾性部材は、基端部より先端部の方が、曲げこわさを小さくすることによって、弾性部材の先端近傍でより効率よく曲げ振動し振幅を得ることができる。曲げこわさは、弾性部材の（断面2次モーメント） \times （ヤング率）で表されるものである。

【0016】サイン波状の交流電圧を一定期間だけパースト波として振動子9に印加して図10のように $a-a'$ 方向に振動させ、弾性部材5に曲げ振動させる。なお、振動子を $a-a'$ 方向以外に振動させて弾性部材5を曲げ振動させてももちろんよい。パースト波とは、振

6

動子を駆動する際、1個から複数個の波からなる交流電圧が断続的に振動子に印加される波形をいう。波形はサイン波に限らず三角波やノコギリ波等でもよい。

【0017】なお、弾性部材5の材料としてはシアノアクリレート系樹脂やエポキシ系樹脂あるいはフッ素系樹脂やポリイミドなどの各種樹脂を用いることができる。特にポリイミドなどのように精密に形状を加工できる樹脂を用いることは重要である。共振を用いて弾性部材先端に大きな変位を実現したい場合には、その寸法を精密に形成できる材質と加工方法を選択すべきであり、先のポリイミドなどではエキシマレーザやフォトリソグラフィ技術を使ってこれを実現できる。また、 SiO_2 、 $SiON$ あるいは SiN や AlN や Al_2O_3 などといった各種無機材料で弾性部材を形成してもよい。また、 Al 、 Fe 、 Ti 、 Cr 、 Au 、 Mo 、 TiW など、あるいはそれらの各種合金で弾性部材を形成してもよい。インクと接する間に腐食しないように SiO_2 などの無機膜でそれらの表面を保護してもよい。樹脂と無機材料と金属のうち、2つ以上の材料を用いて構成してもよいのはもちろんである。また、振動エネルギーが効率的に伝搬できるのなら、弾性部材の先端と基端部を別な材料で構成してもよい。

【0018】また、振動子として圧電体を用いる場合には、圧電基板で構成しても圧電薄膜で構成してもよい。また、圧電体として、水晶、ジルコン酸・チタン酸鉛（PZT）やチタン酸バリウム $BaTiO_3$ 、ニオブ酸鉛 $PbNb_2O_6$ 、 $Bi_{12}GeO_{20}$ 、ニオブ酸リチウム $LiNbO_3$ 、タンタル酸リチウム $LiTaO_3$ などの多結晶体や単結晶体、あるいは ZnO や AlN などの圧電薄膜、あるいはポリ尿素、PVDf（ポリフッ化ビニリデン）やPVDfの共重合体などの圧電性高分子またはPZTなどの無機圧電物質と圧電性高分子との複合体などでもよい。

【0019】弾性部材が静止している状態でも、弾性部材の先端近傍には表面張力によりインクの厚さが薄い部位がある。静止状態が比較的長時間にわたると、特にこの弾性部材先端近傍ではインクの乾きによりインクの物性に変化が生じやすい。インクの乾きが激しい場合には、先端近傍にインクが固化し付着する場合があり、弾性部材の先端の振動量が変わり、吐出ドロップ径や吐出方向が著しく変化して画質が劣化したり、インクドロップが吐出できなくなることがある。印字が完了し記録装置を停止した際には、インク面を弾性部材の先端より上に配置したり、あるいはインクドロップが吐出する装置の吐出開口部にキャップ材を押し当ててキャッピングしインク成分の蒸発を押さえることでこの問題は回避できる。しかし、印字中には先の問題が発生しやすい。これは、印字中であつても画像信号によってはたまたま比較的に長い間吐出せずに待機状態となるイジェクタが存在するためである。

【0020】従って、本記録装置においては、一連の印字動作が完了する前に1回もしくは複数回にわたって、あるいは一連の印字動作が完了した後に、弾性部材の先端を洗浄し、弾性部材の先端近傍に付着した固化物あるいはその粘度が上昇したインク物を除去することが望ましい。ノズル径によってインク吐出径が支配される従来の記録装置では、ノズル孔周辺に付着したインクやその固化物を比較的容易にワイピングなどにより除去できる。しかし、本記録装置においては、弾性部材がインク吐出径を支配しており、この繊細な構造の弾性部材を変形させたり破損することなしにワイピングするなどしてクリーニングすることはかなり困難である。

【0021】そこで上記目的は、画素信号に対応して振動する振動発生手段と、振動発生手段の励振に応じて曲げ振動する弾性部材とを有し、印字の際に弾性部材の振動によりインクの表面にキャピラリ波を発生させ、インクを飛翔させて記録媒体に付着させて印字を行う印字ヘッドと、非印字時に弾性部材を洗浄する洗浄手段とを備えたことを特徴とするインクジェット記録装置によって達成される。

【0022】この洗浄手段における弾性部材及びこれを励振するための機構は、印字に用いるものと同一の振動発生手段および弾性部材からなる。非印字時において、印字に用いるものと同一の振動発生手段を励振し、その励振により印字に用いるものと同一の弾性部材を曲げ振動させるものである。

【0023】弾性部材を強く振動させると、超音波洗浄に近い状態となり、弾性部材の先端に付着したインク固化物あるいは粘度上昇したインク物をインク中に溶解し除去することができる。この洗浄においては弾性部材をなるべく大きく曲げ振動させることが有効である。この洗浄を短時間に完了させたい場合には、印字時に比べて大きな電圧で振動発生手段を励振することが望ましい。ただし、弾性部材を大きく曲げ振動させると複数のインクドロップが弾性部材から吐出する。そこで、複数のインクドロップにより装置内を汚すなど問題が生じてしまう場合には、弾性部材先端をインクに埋没させ振動させるか、キャッピングして弾性部材を振動させるとよい。弾性部材先端をインクに埋没させ振動させる場合は、キャピラリ波の発生と波頭からの飛翔は起こりにくくなり、流動により弾性部材先端上にインクの盛り上がりが生じるが、インク中に弾性部材先端の洗浄が進行する。キャッピングして弾性部材を振動させる場合は、装置内を汚すなどの問題が発生することがない。また、弾性部材をクリーニング部に移動させ弾性部材を洗浄する方法も有効である。これによれば、弾性部材を振動させ複数のインクドロップが弾性部材先端から吐出しても、吐出したインクをクリーニング部がスポンジなどによって受け取る構造にしてあれば、洗浄のために弾性部材を振動させるときにキャッピングをしなくても問題が生じ

ない。

【0024】弾性部材を曲げ振動させてその先端を洗浄するときには、振動発生手段を印字時において励振する周波数と略同一もしくはその整数倍の周波数で、振動発生手段を励振する。このようにすることにより、印字時と同じ振動発生手段と弾性部材を用いて洗浄を行うことができるため、洗浄手段として特別に記録装置に付加する必要がない。従って、記録装置が大型化したりコストが余分にかかることがない。なお、整数倍の周波数で、振動発生手段を励振することは特に効果がある。励振する周波数が高いほど、弾性部材先端の振幅は一般には小さくなるが、加速度が増加するため洗浄力が増大するからである。励振する周波数は1kHzから10MHzの範囲が適している。なお、洗浄するに際し、弾性部材を振動させるのであれば印字時とは異なる周波数で振動発生手段を励振しても構わない。

【0025】洗浄は原則的には非印字時に行うものである。しかし、洗浄は一連の印字動作の途中で中断して洗浄を実行する場合や一連の印字動作が完了し記録装置が停止している場合のみならず、一連の印字動作中にたまたま非印字な状態にあるイジェクタに対しても行うことが可能である。画像信号によって比較的長い間インクドロップを吐出せずに待機状態となるイジェクタがわかっている場合に、このイジェクタに対して洗浄を実行することができる。

【0026】非印字時において、インク室に洗浄液を導入して洗浄手段を励振する洗浄方法も有効なものである。この場合にも、印字時に励振するときと同一の振動発生手段と弾性部材を用いて洗浄を行うことが好ましい。ただし、インク室のインクを一旦回収した後、洗浄液を導入して洗浄するため、洗浄に時間を要することになる。洗浄液は、用紙上に画像を形成するための特性を有する必要はなく、インク固化物を溶解できる特性を有していれば十分良好に弾性部材先端の洗浄を遂行することができる。なお、本発明は、ドロップ径を規定するためにいわゆるノズルを用いる必要はない。このため、インクの乾燥を抑制するなどために吐出ドロップ径より大きな吐出開口を配置することができる。従って、後ほど発明の実施の形態で述べるように、ノズルを用いる従来技術に比べて吐出開口を大きくすることができ、よってインク室に洗浄液を導入するもしくは排出することが容易である。このため、インク室への洗浄液の導入・排出が短時間かつ完全に行うことができる。

【0027】なお、洗浄を行うために、印字に用いる手段とは異なる振動発生手段や弾性部材を各イジェクタもしくは印字ヘッド全体に設けてもかまわない。

【0028】以上のように、駆動周波数という観点からは、レンズなどを用い数百MHzを必要とした従来技術に比べ、本発明では数百kHz前後と大幅に低い周波数で微小インク滴を吐出でき、高周波駆動のための高価な

駆動系が不要になるとともに、インク中で発生する発熱量も低減され吐出ドロップ径の変動やヘッド内のインク固化による信頼性低下といった問題も起こりにくくなる。さらに、本発明により、安定に印字できるとともに、小型で安価な印字装置を提供できる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、図1乃至図8を用いて本発明の実施の形態を説明する。図1、図2に本発明の第1の実施の形態によるインクジェット記録装置の印字ヘッドの構成を示す。概略を説明した先の図10、図11と同じ部材には同じ番号が付けてあり、図1は印字ヘッドの断面図を、図2は正面図（インクドロップは省略されている）を示している。インクジェット記録装置の印字ヘッド部は、主にはインクタンク103と印字ヘッド33からなっている。

【0030】10 μ mの厚さのジルコニアからなる振動板1上に0.5 μ mの厚さのAg電極3を堆積後パターンニングし、続いて30 μ mの厚さのジルコニア・チタン酸鉛（PZT）からなる圧電セラミック薄膜2を堆積後パターンニングし、さらに0.05 μ mの厚さのCrと1 μ mの厚さのAuの2層からなる電極4を堆積後パターンニングし形成した。PZT薄膜は分極処理され、両電極間に電圧が印加された場合に振動板に対して水平方向に振動するが、振動板との関係において、結果的には圧電セラミック薄膜2および電極3、4からなる振動子9は振動板に対して垂直方向に振動する。なお、電極3は各振動子に共通するコモン電極であり、電極4は特定の振動子のみを振動させるためのアドレス電極である。図では省略されているが、これらの電極配線は振動板の端部から接続コネクタ104を介して図示していない外部の駆動電源に接続されている。さらに、振動子9を1 μ mの厚さのSiO₂などからなる保護膜10で被覆した。保護膜を被覆することにより、環境からもたらされうる水分がPZT薄膜の分極率に変化を引き起こないようにしてある。なお、振動子へのインクからの悪影響を防止できるのならば、弾性部材5が形成される振動板の一面と同一の面にこの振動子を形成してももちろんよい。

【0031】次に、振動子9が形成された振動板1の一面をアルミナからなる保持部材20とその支持部21を介して接着した。弾性部材5を持つ各振動子が吐出のための一つのイジェクタを構成するが、印字時に各イジェクタが発生する振動が隣接イジェクタに影響を及ぼさないように、この支持部21で各イジェクタの振動をその部位に限定する。

【0032】さらに、各振動子9が形成された振動板1の面とは異なる他面の上に、厚さ5 μ m、底辺が50 μ mで高さが250 μ mの図2に示す形状のポリイミドからなる弾性部材5を形成した。弾性部材5は、長方形板において先端から40 μ mまで70°に先鋭化した。こ

の作製工程は次のようである。長方形のポリイミド・フィルムを85°に折り曲げ、接着層厚が2 μ mとなるようエポキシ系樹脂を台部材上に塗布し、L字となったフィルムの1面を台部材に接着する。続いて、台部材上に立った他面をその面に垂直となる方向からエキシマレーザを照射し先程の形状に加工した。

【0033】続いて、吐出開口27を有するインク室25をプラスチック26により形成した。吐出開口27はプラスチック26にエキシマレーザを照射して形成した。さらに、プラスチック26にはインク供給口28が開けられており、異物を除去し供給を安定化するインクフィルタ102を介してインク6が充填されたインクタンク103に接続されている。弾性部材5の先端50 μ mがインク面7より突出するように、図示していない外部のインク供給圧調整器によりインク圧を調整した。また、インク室25を形成するプラスチック26には、図のように、インク面7の高さを固定するようにインク室25の底面から約200 μ mの位置にインク面固定部材29を取り付けてある。この材質はインクに侵されずインク面を固定できるものならなんでもよいが、ここではインク室を構成する材質と同一のプラスチックを用い安価に一体形成した。

【0034】印字時には、図示していない交流電源を用いて、外部からこの振動子9に振動板1の剛性や形状などから決まる固有の共振周波数 f_0 と同じ、もしくはその整数倍の周波数 f で、画像信号に応じて電圧を印加して励振した。印字時には、複数のイジェクタのうち一つもしくは複数のイジェクタに選択的に電圧を印加している。本実施の形態では、一つの画素を形成するために、選択したイジェクタに対して、200kHzで10Vp-p（最高最低振幅）の電圧を印加時間50 μ secの間バースト的に印加した（バースト数は10）。アドレス電極で選択されたイジェクタの弾性部材5の先端のみから、弾性部材5にほぼ直角に15 μ m直径のインクドロップが吐出した。インクドロップは1mm離して配置された印字紙36上に達し、画像信号に応じて複数のドット（画素）を生成し画像を形成してゆく。

【0035】この時の本実施の形態によるインクジェット記録装置全体の概要は以下のものである。図3は本発明のインクジェット記録装置の主要部の構成図を示す。インクジェット記録装置37は、後述する各色に対応した数の複数の印字ヘッド33がキャリッジ34に固定され、キャリッジ34は印字紙36の紙幅方向に往復移動し、印字紙36が移動することにより印字紙全面に文字および絵を印字できるようになっている。なお、各印字ヘッド33内では振動子および弾性部材からなる複数のイジェクタが振動板上に配置されているが、外部から与えられる画像信号に応じてその時々で選択されたイジェクタのみが駆動されインクドロップを吐出する。

【0036】さらに、印字紙36の移動はローラー35

を回転させることにより行った。キャリッジ 34 の送り速度と印字ヘッド 33 内の各振動子の配置間隔は 600 dpi (dot per inch) に対応するようにした。キャリッジ 34 に固定された各印字ヘッド 33 は、黒、イエロー、マゼンタ、シアンのインクタンク 38 のどれかに接続されている。各インクは各印字ヘッド 33 へ供給され、画像信号に対応した振動子に電圧が加わると、その選択された振動子上のインク面からインクドロップが吐出され画像を形成してゆく。なお、図示していないが印字ヘッド 33 への電氣的信号はキャリッジ 34 を介して外部から送られる。印字ヘッド 33 の印字駆動条件は先に述べた。

【0037】印字ヘッド 33 内の弾性部材先端の洗浄は以下のように行った。印字ヘッド 33 に画像信号が伝達され、一定期間、インクドロップを吐出したら、図 3 に示すクリーニング部 40 に印字ヘッド 33 を移動し洗浄手段により洗浄した。洗浄手段は、印字に用いるものと同一の振動発生手段および弾性部材である。キャリッジ 34 は印字紙 36 の紙幅方向に往復移動するが、本実施の形態では、各色が印字のために 10 往復するごとに印字ヘッド 33 をクリーニング部 40 に移動した。図 4 に本実施の形態によるクリーニング部の詳細を示す。クリーニング部 40 は、開口部 43 を有するプラスチックからなる外部ケース 41 とその中に収容されたスポンジ 42 とからなる。洗浄工程において生じるインクドロップ 8 は、印字ヘッド 33 から吐出されそのままクリーニング部 40 に達しスポンジ 42 に吸収される。洗浄工程においては、外部から全イジェクタに信号を入力し、200kHz で 30V_{p-p} (最高最低振幅) の電圧を印加時間 50ms_{sec} の間バースト的に印加した。この信号により、全イジェクタの弾性部材は印字時に比べより激しく振動し、弾性部材先端にできたインク固化物やあるいは粘度上昇したインク物をインク中に溶解し除去することができた。

【0038】なお、本実施の形態では、洗浄工程において全イジェクタに洗浄信号を入力したが、洗浄を必要としないイジェクタは励振しなくてももちろんよい。また、クリーニング部においては、インクドロップを受け入れることができるものであれば吸収スポンジに限らず、他の吸収機構、もしくはインク回収機構を設けてももちろんよい。また、クリーニング部において、スポンジの代わりに、キャッピングのできるキャップ材を配置してもよい。その場合、キャップ材を図 1 の吐出開口 27 に押し当て、洗浄手段を駆動させ弾性部材先端を振動させる。吐出開口 27 がキャッピングされているため、洗浄工程において生じたインクドロップが記録装置内を汚すこともなく洗浄を実施することができる。また、本実施の形態では、印字のために 10 往復するごとに印字ヘッドをクリーニング部に移動し洗浄したが、この回数は使用環境 (温度、湿度) や使用するインクの物性 (粘

度、保湿材成分やその濃度) などにより適宜選択されるべきものである。また、可能であるならば、印字中ではなく印字完了後、もしくは印字前にこの洗浄を実施してもよい。

【0039】印字後の印字紙 36 上に形成された各ドットは、各色インクともほぼ 30 μ m 径の円状に整った均一小径ドットであった。洗浄手段により洗浄を行ったことにより、洗浄工程前後におけるドット径やドットの着弾位置精度に各色とも変動はなく、小径ドロップを安定に吐出することができていた。

【0040】ノズルをインク表面に配置してしていないため、インク・ノズル内およびその周辺へのインク固着はなく、微少ドロップを安定して吐出ができた。また、駆動周波数も低いので発熱もなく、発熱によるインクの粘度変化や固化といった問題も生じなかった。特に、洗浄手段の導入により、高い解像度に対応する微小ドットを安定に形成でき高品位な印字が可能であった。また、印字に用いると同一の振動発生手段および弾性部材で洗浄手段を構成しているため小型で安価な記録装置を実現できた。

【0041】図 5、図 6 に本発明の第 2 の実施の形態によるインクジェット記録装置の印字ヘッドを示す。図 5 は印字ヘッドの断面図を、図 6 は正面図 (インクドロップ 8 は省略されている) を示している。また、第 1 の実施の形態と同じ部材には同じ番号が付けてある。本実施の形態において、第 1 の実施の形態と異なるのは、洗浄液を用いた弾性部材の洗浄方法である。

【0042】10 μ m の厚さのジルコニアからなる振動板 1 上に 0.5 μ m の厚さの Ag 電極 3 を堆積後パターンニングし、続いて 30 μ m の厚さのジルコニウム・チタン酸鉛 (PZT) からなる圧電セラミック薄膜 2 を堆積後パターンニングし、さらに 0.05 μ m の厚さの Cr と 1 μ m の厚さの Au の 2 層からなる電極 4 を堆積後パターンニングし形成した。PZT 薄膜は分極処理され、両電極間に電圧が印加された場合に振動板に対して水平方向に振動するが、振動板との関係において、結果的には圧電セラミック薄膜 2 および電極 3、4 からなる振動子 9 は振動板に対して垂直方向に振動する。なお、電極 3 は各振動子に共通するコモン電極であり、電極 4 は特定の振動子のみを振動させるためのアドレス電極である。図では省略されているが、これらの電極配線は振動板の端部から接続コネクタ 104 を介して図示していない外部の駆動電源に接続されている。さらに、振動子 9 を 1 μ m の厚さの SiO₂ などからなる保護膜 10 で被覆した。保護膜を被覆することにより、環境からもたらされる水分が PZT 薄膜の分極率に変化を引き起こないようにしてある。なお、振動子へのインクからの悪影響を生じなくできるのならば、弾性部材 5 が形成される振動板の一面と同一の面にこの振動子を形成してももちろんよい。

13

【0043】次に、振動子9が形成された振動板1の一面をアルミナからなる保持部材20とその支持部21を介して接着した。弾性部材5を持つ各振動子が吐出のための一つのイジェクタを構成するが、印字時に各イジェクタが発生する振動が隣接イジェクタに影響を及ぼさないように、この支持部21で各イジェクタの振動をその部位に限定する。

【0044】さらに、各振動子9が形成された振動板1の面とは異なる他面の上に、厚さ5 μ m、底辺が50 μ mで高さが250 μ mの図6のような形状のポリイミドからなる弾性部材5を形成した。弾性部材5は、長方形板において先端から40 μ mまで70°に先鋭化した。この作製工程は次のようである。長方形のポリイミド・フィルムを85°に折り曲げ、接着層厚が2 μ mとなるようエポキシ系樹脂を台部材上に塗布し、L字となったフィルムの1面を台部材に接着する。続いて、台部材上に立った他面をその面に垂直となる方向からエキシマレーザを照射し先程の形状に加工した。

【0045】続いて、吐出開口27を有するインク室25をプラスチック26により形成した。吐出開口27はその開口形状が吐出ドロップ径になら関係有しないため、後に述べる洗浄工程において使用する洗浄液をこのインク室25に導入しやすく先の実施の形態に比べ大きな開口面積にしてある(図6)。吐出開口27はプラスチック26にエキシマレーザを照射して形成した。さらに、プラスチック26にはインク供給口28が開けられており、図示していないインクリザーバからインク供給ポンプ113を用いて適宜、チューブ112、114を介しインク室25にインクが供給される。また、このインク供給ポンプ113はその供給圧を調整して、インク面7の高さをインク室25の底面から常に一定の高さとなるよう固定する機構を行っている。弾性部材5の先端50 μ mがインク面7より突出するように、インク供給ポンプ113によりインク圧を調整した。また、インク室25には大気連通口111と開閉電磁弁115を介して必要に応じて大気と連通可能となっている。なお、インク供給口28には開閉電磁弁110が配置され、必要により開閉する。インク室25を形成するプラスチック26には、図のように、インク面7の高さを固定するようにインク室25の底面から約200 μ mの位置にインク面固定部材29を取り付けてある。

【0046】印字時には、図示していない交流電源を用いて、外部からこの振動子9に振動板1の剛性や形状などともから決まる固有の共振周波数 f_0 と同じ、もしくはその整数倍の周波数 f で、画像信号に応じて電圧を印加して励振した。印字時には、複数のイジェクタのうち一つもしくは複数のイジェクタに選択的に電圧を印加している。本実施の形態では、一つの画素を形成するために、選択したイジェクタに対して、200kHzで10V_{p-p}(最高最低振幅)の電圧を印加時間50 μ s

14

cの間バースト的に印加した(バースト数は10)。アドレス電極で選択されたイジェクタの弾性部材5の先端のみから、弾性部材5にほぼ直角に15 μ m直径のインクドロップが吐出した。インクドロップは1mm離して配置された印字紙36上に達し、画像信号に応じて複数のドット(画素)を生成し画像を形成する。

【0047】この時の本実施の形態によるインクジェット記録装置全体の概要は以下のようである。図7は本実施の形態によるインクジェット記録装置の主要部の構成図を示す。インクジェット記録装置37は、後述する各色に対応した数の複数の印字ヘッド33がキャリッジ34に固定され、キャリッジ34は印字紙36の紙幅方向に往復移動し、印字紙36が移動することにより印字紙全面に文字および絵を印字できるようになっている。なお、各印字ヘッド33内では振動子および弾性部材5からなる複数のイジェクタが振動板上に配置されているが、外部から与えられる画像信号に応じてその時々で選択されたイジェクタのみが駆動されインクドロップを吐出する。

【0048】さらに、印字紙36の移動はローラー35を回転させることにより行った。記録画像の画素密度が主走査方向、副走査方向ともに600dpi(dot per inch)になるように、ローラー35の送り速度およびキャリッジ34の送り速度と印字のタイミングを調整した。キャリッジ34に固定された各印字ヘッド33は、黒、イエロー、マゼンタ、シアンのインクタンク38のどれかに接続されている。各インクは各印字ヘッド33へ供給され、画像信号に対応した振動子に電圧が加わると、その選択された振動子上のインク面からインクドロップが吐出され画像を形成してゆく。なお、図示していないが印字ヘッド33への電気的信号はキャリッジ34を介して外部から送られる。印字ヘッド33の印字駆動条件は先に述べた。

【0049】印字ヘッド33内の弾性部材先端の洗浄は以下のように行った。まず、画像信号に対応して一連の印字動作が完了したら、印字ヘッド33は図7において右端のクリーニング部50の部分まで移動する。クリーニング部50上で印字ヘッド33は図示していない回転機構により90°矢印Aのごとく回転することが可能になっている。回転する場合には、図8に示すように、印字ヘッド33とクリーニング部50は密着される。なお、図8では密着後の様子を転倒して描いているが、矢印Bの方向が図6の矢印Bの方向に一致している。また、図8では印字ヘッド33の一部が省略して描かれている。

【0050】ここで、クリーニング部50は、図8に示すようにプラスチックからなる本体51と印字ヘッド33の吐出開口27に密着する開口53を有するゴム部52からなる。また、本体51には洗浄液を供給するため

15

からチューブ 64、62 を介して供給ポンプ 63 を用い、さらには適宜、開閉電磁弁 61 の開閉により洗浄液が供給されるようになってい。また、本体 51 には洗浄液およびインクを排出するための開口 69 が開けられ、チューブ 66、68 を介して排出ポンプ 67 を用い、さらには適宜、開閉電磁弁 65 の開閉により図示していない排出リザーバに排液が排出されうようになっている。

【0051】一連の印字動作が完了したら、印字ヘッド 33 のインク供給を停止するよう開閉電磁弁 110 を動作させ閉じた。続いて、印字ヘッド 33 はクリーニング部 50 の部分まで移動し、キャリッジ 34 ごと回転した後、クリーニング部 50 に密着された。回転により、印字ヘッド 33 のインク室内のインク 6 はクリーニング部 50 に排出され、開閉電磁弁 65 を開き、排出されたインクは排出ポンプ 67 によりチューブ 66、68 を介して排出リザーバに排出された。続いて、開閉電磁弁 65 を閉じ、開閉電磁弁 61 を開き図示していない洗浄液リザーバからチューブ 64、62 を介して供給ポンプ 63 を用いて洗浄液をクリーニング部 50、さらには密着している印字ヘッド 33 のインク室 25 に開口 27 を通じて導入した。この時、洗浄液がインク室 25 に入りやすいように、開閉電磁弁 115 を開いて大気と連通した状態にした。洗浄液をインク室 25 に導入した後この開閉電磁弁 115 は閉じられた。インク室 25 の体積にして 1/2 ほどの洗浄液が入った時点で、供給ポンプ 63 を停止し開閉電磁弁 61 を閉じ、すぐさま印字ヘッド 33 をキャリッジ 34 ごと先程と逆方向に 90° 回転し元の状態に戻した。本実施の形態の場合、印字中に弾性部材先端にできたインク固化物やあるいは粘度上昇したインク物を溶解し除去するための洗浄液として、ジメチルスルフォキシド 70%、メタノール 30% からなる溶液を用いた。なお、洗浄効果があり、弾性部材やその他の部材を溶解もしくは腐食しないものなら、他の成分からなる洗浄液を本発明に用いることができる。

【0052】続いて、洗浄を実施するため、洗浄手段として、印字に用いるものと同じ振動手段と弾性部材を用いて洗浄した。外部から全イジェクタに信号を入力し、200kHz で 20V_{p-p} (最高最低振幅) の電圧を印加時間 5 秒の間印加し弾性部材を振動させた。この信号により、弾性部材先端にできたインク固化物やあるいは粘度上昇したインク物を洗浄液に溶解し弾性部材から除去することができた。

【0053】さらに、印字ヘッド 33 はクリーニング部 50 の部分まで移動し、回転した後、クリーニング部 50 に密着された。回転により、印字ヘッド 33 のインク室内の洗浄液はクリーニング部 50 に排出され、開閉電磁弁 65 を開き、排出された洗浄液は排出ポンプ 67 によりチューブ 66、68 を介して排出リザーバに排出された。洗浄工程の最後に、印字ヘッド 33 をキャリッジ

16

34 ごと逆方向に 90° 回転し元の状態に戻し、再び印字ヘッド 33 の開閉電磁弁 110 を開きインク供給ポンプ 113 を動作させインクリザーバからインクをインク室に供給し印字可能の状態に戻した。ノズルを用いる従来技術に比べて吐出開口を大きくすることができ、よってインク室に洗浄液を導入するもしくは排出することが容易であるため、インク室への洗浄液の導入・排出が短時間かつ完全に行うことができた。

【0054】なお、本実施の形態では、洗浄工程において全イジェクタに洗浄信号を入力したが、洗浄を必要としないイジェクタは励振しなくてももちろんよい。また、クリーニング部から洗浄液を印字ヘッドに供給したが、印字ヘッド側に供給口があってもよい。ただし、その場合、印字ヘッドが大きくなりキャリッジの送り速度が遅くなりやすいという問題が生じる。また、印字ヘッド側に供給口があり、かつ印字ヘッド側の構造上の制約によって印字ヘッド側の供給口の開口面積を十分大きくとれない場合には、インク室内への洗浄液の導入速度が低下し洗浄工程に時間を要してしまうという問題が生じる。この場合、先に説明した印字ヘッドの吐出開口はその開口形状が吐出ドロップ径になら関係有しなという本吐出原理上の特徴を生かせないことによる。なお、可能であるならば、印字完了後ではなく、印字前、あるいは印字を一時中断してこの洗浄を実施してもよい。

【0055】印字後の印字紙 36 上に形成された各ドットは、各色インクともほぼ 30 μm 径の円状に整った均一小径ドットであった。洗浄工程後に再度信号を送り印字を行ったが、洗浄手段により洗浄を行ったことにより、ドット径やドットの着弾位置精度に各色とも変動はなく、小径ドロップを安定に吐出することができていた。

【0056】ノズルをインク表面に配置してしていないため、インク・ノズル内およびその周辺へのインク固着はもちろんなく、微少ドロップを安定して吐出ができた。また、駆動周波数も低いので発熱もなく発熱によるインクの粘度変化や固化といった問題も生じなかった。特に、洗浄手段の導入により、高い解像度に対応する微小ドットを安定に形成でき高品位な印字が可能であった。また、印字に用いると同一の振動発生手段および弾性部材で洗浄手段を構成しているため小型で安価な記録装置を実現できた。

【0057】本発明は、上記実施の形態に限らず種々の変形が可能である。例えば、弾性部材 5 の片持ち梁構造の自由端の先端部近傍における曲げ振動の振動方向に対して垂直な面の幅 W が、ほぼ W = 2λ の長さとなる領域を有するようにしてもよい。但し、λ は以下の式で与えられる。

$$\lambda = \{8\pi\sigma / (\rho f e^2)\}^{1/3} \times 10^4 \text{ (}\mu\text{m)}$$

ここで、σ は、インク表面張力 (mN/m)

17

ρ は、インク密度 (g/cm^3)

f_e は、励振周波数 (Hz)

である。こうすることにより、幅 W において 2 山のキャピラリ波を生成でき、その後 1 山のインク隆起部が形成されて次の瞬間これが分離してより正確に 1 インク滴を飛翔させることができるようになる。

【0058】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、ノズルを用いずに微小なドロップ滴を吐出でき、かつ従来に比べ低周波で駆動できる新規な吐出機構により、高解像度化に対応した微少ドロップを吐出でき、インク詰まりやインク突出方向の変動といったインク吐出の不安定さが無い高信頼で高画質な印字が可能である新規なインクジェット記録装置を提供することができる。特に、印字に用いると同一の振動発生手段および弾性部材からなる洗浄手段により弾性部材先端のクリーニングを簡易かつ容易に行うことができ、小型で安価なインクジェット記録装置を実現できる。また、低周波で駆動できるためエネルギー効率が良く、よって使用できるインクの物性範囲を広くでき、各種の印字用途に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態によるインクジェット記録装置の印字ヘッドの断面図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態によるインクジェット記録装置の印字ヘッドの正面図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態によるインクジェット記録装置の立体図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態によるインクジェット記録装置のクリーニング部の断面図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施の形態によるインクジェット記録装置の印字ヘッドの断面図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施の形態によるインクジェット記録装置の印字ヘッドの正面図である。

【図 7】本発明の第 2 の実施の形態によるインクジェット記録装置の立体図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態によるインクジェット記録装置のクリーニング部の断面図である。

【図 9】キャピラリ波の吐出機構を説明するための断面図である。

【図 10】本発明における印字ヘッドの断面図である。

【図 11】本発明における印字ヘッドの正面図である。

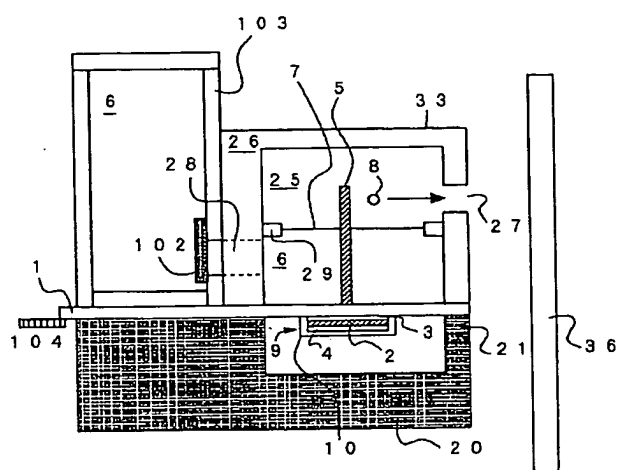
【符号の説明】

- 1 振動板
- 2 圧電セラミック薄膜
- 3、4 電極

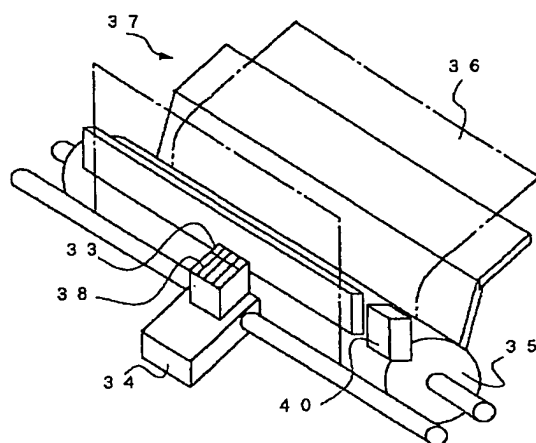
18

- 5 弾性部材
- 6 インク
- 7 インク面
- 8 吐出ドロップ
- 9 振動子
- 10 保護膜
- 20 保持部材
- 21 支持部
- 25 インク室
- 26 インク室構成部材
- 27 吐出開口部
- 28 インク供給開口部
- 29 インク面保持部材
- 33 印字ヘッド
- 34 キャリッジ
- 35 ローラー
- 36 印字紙
- 37 記録装置
- 38 インクタンク
- 40 クリーニング部
- 41 クリーニング部外枠
- 42 吸収スポンジ
- 43 開口
- 50 クリーニング部
- 51 クリーニング部外枠
- 52 ゴム
- 53 開口
- 60 洗浄液供給開口
- 61 開閉電磁弁
- 62、64 チューブ
- 63 洗浄液供給ポンプ
- 65 開閉電磁弁
- 66、68 チューブ
- 67 廃棄ポンプ
- 69 廃棄開口
- 102 フィルター
- 103 インクタンク
- 104 信号接続コネクタ
- 110 開閉電磁弁
- 111 通気開口
- 112、114 チューブ
- 113 インク供給ポンプ
- 115 開閉電磁弁
- 120 外部駆動手段

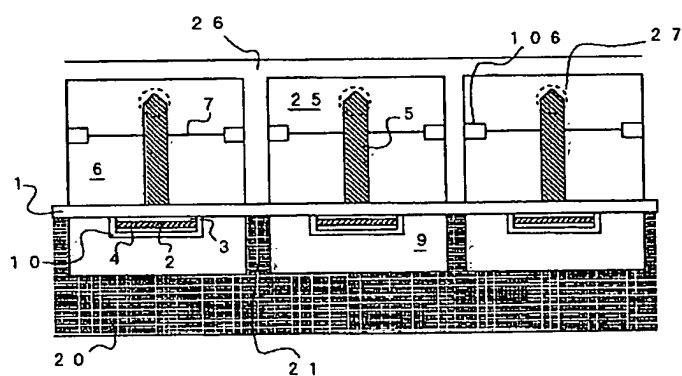
【図1】



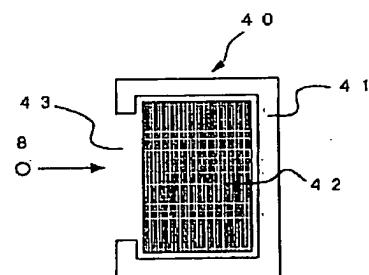
【図3】



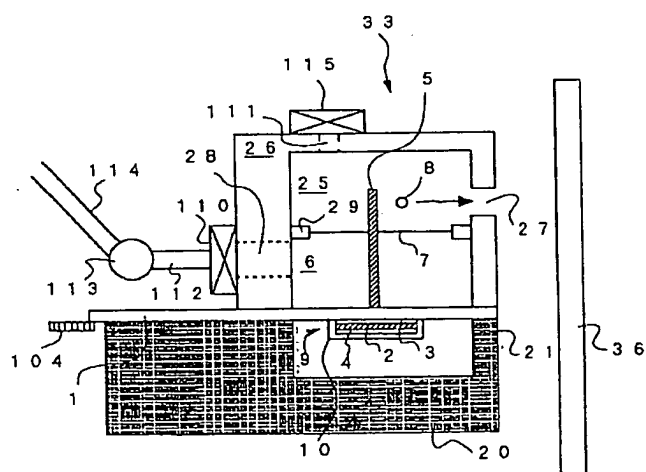
【図2】



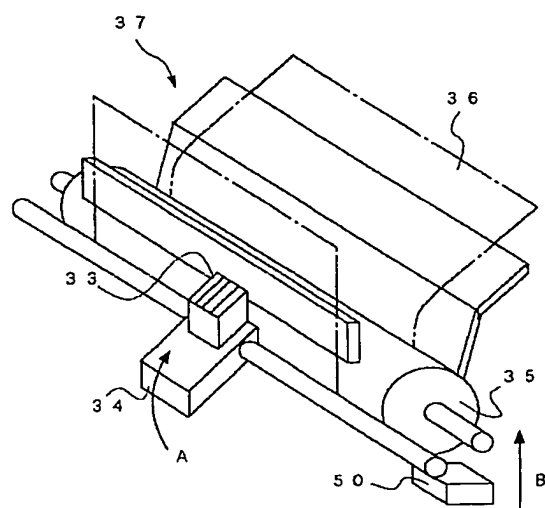
【図4】



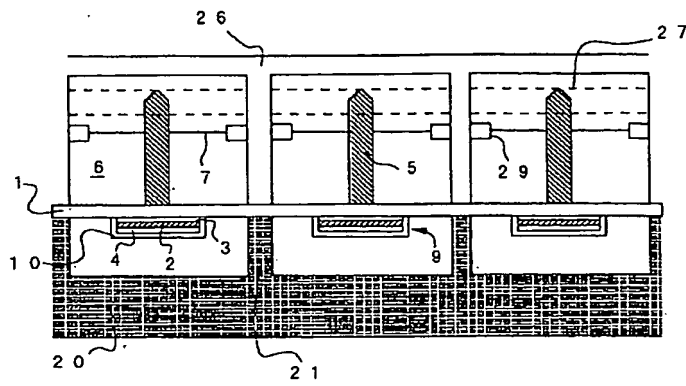
【図5】



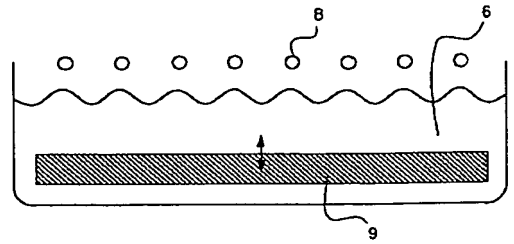
【図7】



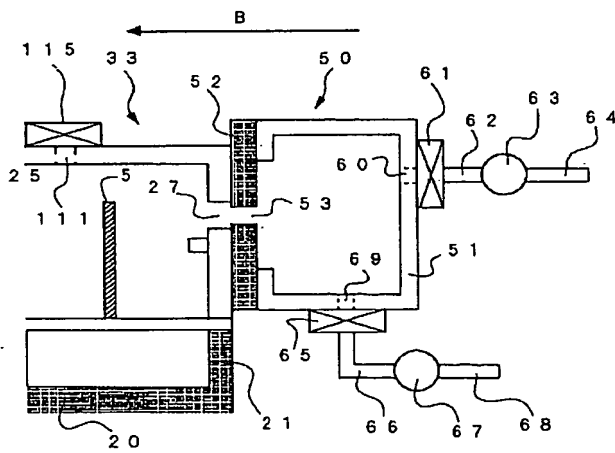
【図 6】



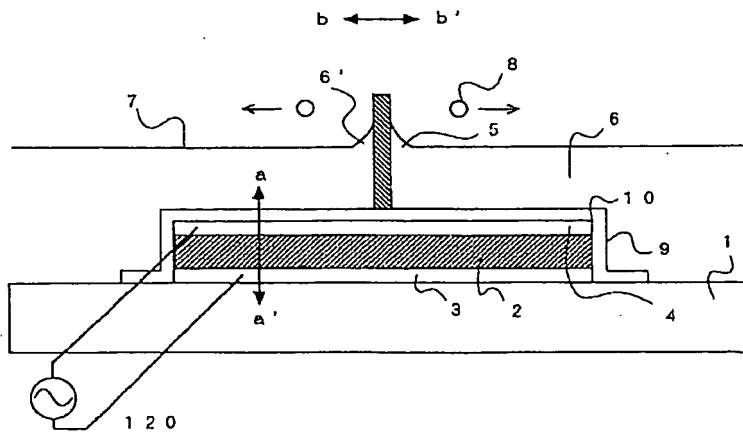
【図 9】



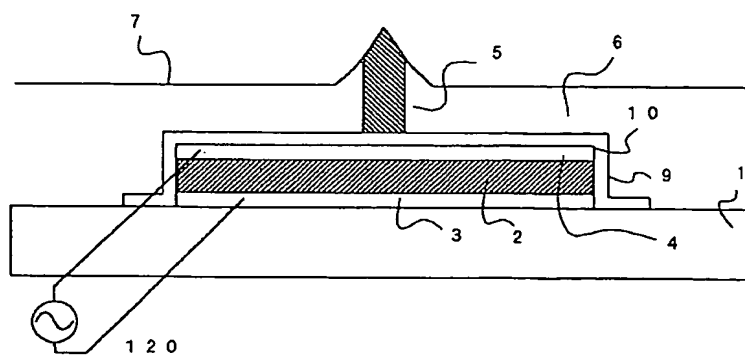
【図 8】



【図 10】



【図 1 1】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.